

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

Bibliography.

(19) [Country of Issue] Japan Patent Office (JP)

(12) [Official Gazette Type] Open patent official report (A)

(11) [Publication No.] JP,6-314822,A.

(43) [Date of Publication] November 8, Heisei 6 (1994).

(54) [Title of the Invention] A gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device and its electrode formation method.

(51) [The 5th edition of International Patent Classification]

H01L 33/00 C 7376-4M.

E 7376-4M.

G02F 1/1343 9017-2K.

H01L 21/324 D 8617-4M.

[Request for Examination] Un-asking.

[The number of claims] 4.

[Mode of Application] FD.

[Number of Pages] 5.

(21) [Filing Number] Japanese Patent Application No. 5-124890.

(22) [Filing Date] April 28, Heisei 5 (1993).

(71) [Applicant]

[Identification Number] 000226057.

[Name] Nichia Chemical Industries, Ltd.

[Address] 491-100, Oka, Kaminaka-cho, Anan-shi, Tokushima-ken.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Yamada The amount of origin.

[Address] 491-100, Oka, Kaminaka-cho, Anan-shi, Tokushima-ken Inside of Nichia Chemical Industries, Ltd.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Senoo Masayuki.

[Address] 491-100, Oka, Kaminaka-cho, Anan-shi, Tokushima-ken Inside of Nichia Chemical Industries, Ltd.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Nakamura Shuji.

[Address] 491-100, Oka, Kaminaka-cho, Anan-shi, Tokushima-ken Inside of Nichia Chemical Industries, Ltd.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

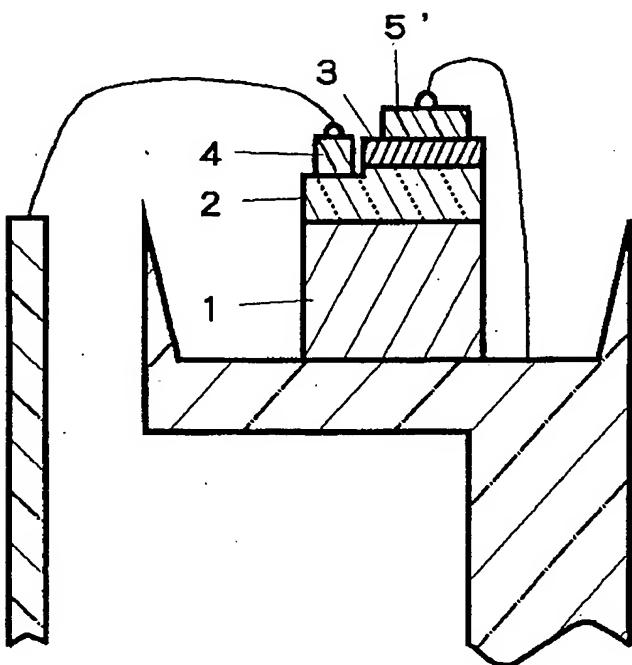
Summary.

(57) [Abstract]

[Objects of the Invention] While making into a translucency the electrode formed in p layers which are the best layers and raising the external quantum efficiency of a light emitting device, the productivity of a light emitting device is raised by taking out an electrode from a top by making a gallium-nitride system compound semiconductor layer side into a luminescence observation side.

[Elements of the Invention] The translucency electrode which consists of a metal is formed in the gallium-nitride system compound semiconductor front face on which p type dopant was doped as an electrode for ohmic contact.

[Translation done.]



[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device characterized by forming the translucency electrode which consists of a metal in the gallium-nitride system compound semiconductor front face on which p type dopant was doped as an electrode for ohmic contact.

[Claim 2] The thickness of the aforementioned translucency electrode is a gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device according to claim 1 characterized by being in the range of 0.001 micrometers – 1 micrometer.

[Claim 3] The aforementioned metal is a gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device according to claim 1 characterized by the thing which was chosen from Au, nickel, Pt, In, Cr, and Ti, and which is a kind at least.

[Claim 4] The electrode formation method of the gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device characterized by carrying out ohmic contact of the aforementioned gallium-nitride system compound semiconductor and the aforementioned metal while making the aforementioned metal into a translucency by carrying out annealing above 500 degrees C, after depositing a metal to the gallium-nitride system compound semiconductor by which p type dopant was doped.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the electrode formation method of the gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device possessing the gallium-nitride system compound semiconductor expressed with $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x < 1$, $0 \leq y < 1$), and its light emitting device, and relates to the electrode and its electrode formation method of the gallium-nitride system compound semiconductor front face where especially p type dopant was doped.

[0002]

[Description of the Prior Art] The light emitting device using gallium-nitride system compound

semiconductors, such as GaN, GaAIN, InGaN, and InAlGaN, attracts attention recently. Generally the gallium-nitride system compound semiconductor grows on silicon on sapphire. Since the light emitting device using an insulating substrate like sapphire cannot take out an electrode from a substrate side unlike the light emitting device using semiconductor substrates, such as other GaAs(es) and GaAlP, the electrode of positive [which is prepared in a semiconductor layer], negative, and a couple is formed in the same side side. Especially, since sapphire is a translucency in the case of a gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device, an electrode side is turned down and a silicon-on-sapphire side is made into a luminescence observation side in many cases.

[0003] The structure of one conventional light emitting device which considers a gallium-nitride system compound semiconductor as a luminescence chip is shown in drawing 1 . On silicon on sapphire 1, n type gallium-nitride system compound semiconductor layer 2 (It is hereafter called n type layer 2.) The gallium-nitride system compound semiconductor layer 3 (it is hereafter called p type layer 3.) by which p type dopant was doped After carrying out a laminating to order, *****ing in a part of p type layer 3 further, exposing n type layer 2 and forming p type electrode 5 in n type layer 2 as a positive electrode as a negative electrode at n type electrode 4 and p type layer, an electrode side is turned down, and as each electrode straddles a leadframe 7, it is laying in it. In addition, electrodes 4 and 5 and the leadframe 7 are electrically connected with the conductive material 6, such as solder and a silver paste. The sapphire 1 which is a translucency substrate in order to take out luminescence outside as effectively as possible, since luminescence is interrupted by p type electrode 5 while the conventional light emitting device can extend current for p type electrode 4 uniformly by [of p type layer front face] forming in the whole surface mostly as shown in this drawing, and uniform luminescence is obtained, and an external quantum efficiency becomes bad is made into the luminescence observation side.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since it is difficult to narrow the interval between both the leadframes 7 and a chip size becomes large with about 1mm or more, the light emitting device of such structure has the fault that the number of chips which can be taken from the wafer per sheet decreases. Moreover, since the elaborate etching technology of very fine positioning between leadframes and a gallium-nitride system compound semiconductor etc. is needed, the yield does not go up but mass-production nature also has the fault of being scarce. if a substrate side can be turned down and the two electrodes of n type electrode and p type electrode can be taken out from a top like the light emitting device using semiconductor materials other than a gallium-nitride system compound semiconductor, while being able to make a chip size small, the productivity of a light emitting device and reliability can be boiled markedly, and can be raised For that purpose, the electrode formed in 3 p layers is made into a translucency, and it is necessary to make it not interrupt luminescence inside a gallium-nitride system compound semiconductor layer.

[0005] Therefore, it is in raising the productivity of a light emitting device by having made this invention in view of such a situation, and taking out an electrode from a top by making a gallium-nitride system compound semiconductor layer side into a luminescence observation side, while considering as the purpose makes a translucency the electrode formed in p layers which are the best layers and it raises the external quantum efficiency of a light emitting device.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device of this invention is characterized by forming in a p layer front face the translucency electrode which consists of a metal as an electrode for ohmic contact. Moreover, the formation method of the electrode of the light emitting device is characterized by carrying out ohmic contact of the aforementioned gallium-nitride system compound semiconductor and the aforementioned metal while it makes the aforementioned metal a translucency by carrying out annealing above 500 degrees C,

after depositing a metal on a p layer front face.

[0007] In the method of this invention, it is desirable to be able to use the electrode material of Au, nickel, Pt, In, Cr, and Ti for the metal which carries out vacuum evaporationo to p layers, and to use for it the alloy which includes at least two kinds in Cr, nickel, Au, Ti, and Pt as a material from which desirable ohmic contact is obtained especially. Moreover, although especially vacuum evaporationo thickness does not ask, after performing annealing 500 degrees C or more after vacuum evaporationo in carrying out the vacuum evaporationo of the metal, it is desirable to carry out vacuum evaporationo so that it may become the range whose thickness of the metal electrode is 0.001 micrometers - 1 micrometer. With the aforementioned annealing, while diffusing the metal by which vacuum evaporationo was carried out inside p layers, it disperses outside in part and thickness becomes thin. Let an electrode be a translucency preferably by adjusting electrode thickness final after annealing to the range of 0.001 micrometers - 1 micrometer. Although there is especially no trouble even if it forms by 1 micrometers or more, it is in the inclination for an electrode to wear a metal color gradually, and a translucency becomes bad. Although [aforementioned] it is within the limits, and it is so desirable that it is thin, since electrode thickness is in the inclination for contact resistance to become large when it is made not much thin too much, it is thickness with the still more desirable range of 0.01 micrometers - 0.2 micrometers.

[0008] It is necessary to perform annealing above 500 degrees C. Because, it is the shell from which the ohmic contact to a metal electrode and p layers is it hard to be obtained to be below this temperature, and a metal electrode cannot become a translucency easily, either. Although especially the upper limit of temperature is not limited, naturally it carries out below at the temperature (before or after 1100 degrees C) which a gallium-nitride system compound semiconductor decomposes.

[0009]

[Function] The structure of the light emitting device possessing the translucency electrode formed of one example of this invention is shown in drawing 2 . Since p layers translucency electrode 5' is formed on 3; a gallium-nitride system compound semiconductor layer side can be made into a luminescence observation side, without making silicon on sapphire 1 into a luminescence observation side like before. furthermore, the leadframe of a cup configuration generally used as a condensing means of light emitting devices other than a gallium-nitride system compound semiconductor can be used, and a condensing performance is markedly alike and improves Furthermore, since one chip can be laid on one leadframe, it has the advantage that a chip size can be made small according to the size of a leadframe. since an electrode can be taken out from a top (luminescence observation side) side further again by preparing the electrode for wire bonding on translucency electrode 5' as shown in this drawing, productivity is also boiled markedly and improves

[0010]

[Example]

The wafer which carried out the laminating of the buffer layer which consists of GaN on [example 1] silicon on sapphire, an n type GaN layer, and the Mg dope p type GaN layer to order is prepared. Next, after forming the mask of a predetermined configuration on the aforementioned p type GaN layer, a p type GaN layer is *****ed and an n type GaN layer is exposed.

[0011] Next, the mask for electrode formation is formed on a p type GaN layer, nickel is carried out on a p type GaN layer with vacuum evaporationo equipment, and the vacuum evaporationo of the Au is carried out to 0.03 micrometers by the thickness of 0.07 micrometers on nickel. In addition, the vacuum evaporationo of the aluminum is carried out also on the exposed n type GaN layer.

[0012] After vacuum evaporationo, while alloying nickel and Au with annealing equipment by carrying out annealing of the wafer for 10 minutes at 500 degrees C, it is made a translucency. When the wafer after annealing was taken out, the electrode thickness of a p type GaN layer is 0.07 micrometers, and had become a translucency. When the wafer obtained as mentioned above was cut

for the chip of 350-micrometer angle, and it laid on the leadframe of a cup configuration as shown in drawing 2 and having been considered as light emitting diode, in 20mA, 80microW and forward voltage of the radiant power output were 4V. And when what is depended on a poor contact from the light emitting diode possessing the chip which about 16000 chips were obtained from the wafer of 2 inch phi, and was obtained from it was removed, it was 95% or more of yields.

[0013] When [example 2] annealing temperature was made into 600 degrees C and also the electrode was formed like the example 1, electrode thickness had become a translucency almost identically and the same. the place which made the rest light emitting diode like the example 1 -- a radiant power output, forward voltage, and the yield -- a simultaneously -- it was the same

[0014] When the metal which carries out vacuum evaporationo on a [example 3] p type GaN layer was set to Cr0.5micrometer and nickel0.5micrometer and also the electrode was formed like the example 1, similarly electrode thickness had become a translucency by 0.7 micrometers. the place which made the rest light emitting diode like the example 1 -- a radiant power output, forward voltage, and the yield -- a simultaneously -- it was the same

[0015] When the metal which carries out vacuum evaporationo on a [example 4] p type GaN layer was set to Pt0.01micrometer and Ti0.1micrometer and also the electrode was formed like the example 1, similarly electrode thickness had become a translucency by 0.07 micrometers. the place which made the rest light emitting diode like the example 1 -- a radiant power output, forward voltage, and the yield -- a simultaneously -- it was the same

[0016] The silicon-on-sapphiré side of the wafer of the [example of comparison] example 1 was turned up, and when it was going to lay on the leadframe of a configuration as shown in drawing 1 , the chip size has also cut the minimum only on 1mm square. Next, when the chip of the 1mm angle was laid so that two leadframes might be straddled, and the electrode was connected and having been considered as light emitting diode, as for the radiant power output in 20mA, 40microW and lateral luminescence were not taken out enough, and when only 2000 pieces were obtained but removed what depends the chip with which it was obtained on a poor contact from the light emitting diode to provide, similarly the yield did not have the wafer of 2 inch phi to a chip at 60%.

[0017]

[Effect of the Invention] As explained above, since the gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device of this invention forms the electrode of a translucency which consists of a metal with which ohmic contact is obtained by p layers, it can make a gallium-nitride system compound semiconductor layer side a luminescence observation side. Luminescence can be taken out by this, without reducing the external quantum efficiency of a light emitting device. and since it becomes possible [productivity being markedly alike and improving since one chip size can be made small as described above, and also using the leadframe of a cup configuration further again], a production cost can be lowered and the yield can also be raised

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The type section view showing one structure of the conventional gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device.

[Drawing 2] The type section view showing the structure of the gallium-nitride system compound semiconductor light emitting device by one example of this invention.

[Description of Notations]

1 Substrate

2 n type gallium-nitride system compound semiconductor layer

3 p type dopant dope gallium-nitride system compound semiconductor layer

4 n type electrode

5' ... Translucency electrode

[Translation done.]

* NOTICES *

**Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

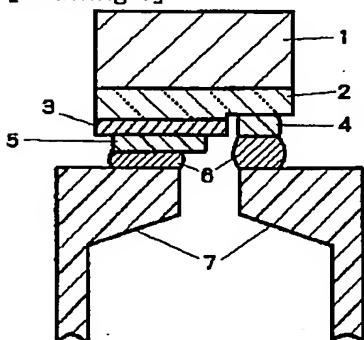
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

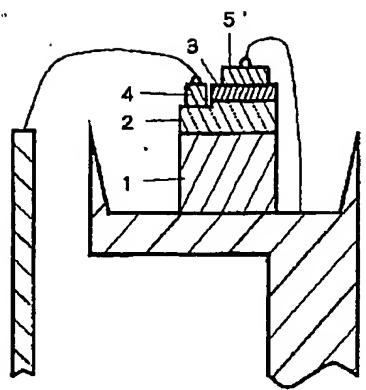
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-314822

(43)公開日 平成6年(1994)11月8日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 33/00	C	7376-4M		
	E	7376-4M		
G 02 F 1/1343		9017-2K		
H 01 L 21/324	D	8617-4M		

審査請求 未請求 請求項の数4 FD (全5頁)

(21)出願番号 特願平5-124890

(22)出願日 平成5年(1993)4月28日

(71)出願人 000226057

日亞化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 山田 元量

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亞化
学工業株式会社内

(72)発明者 妹尾 雅之

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亞化
学工業株式会社内

(72)発明者 中村 修二

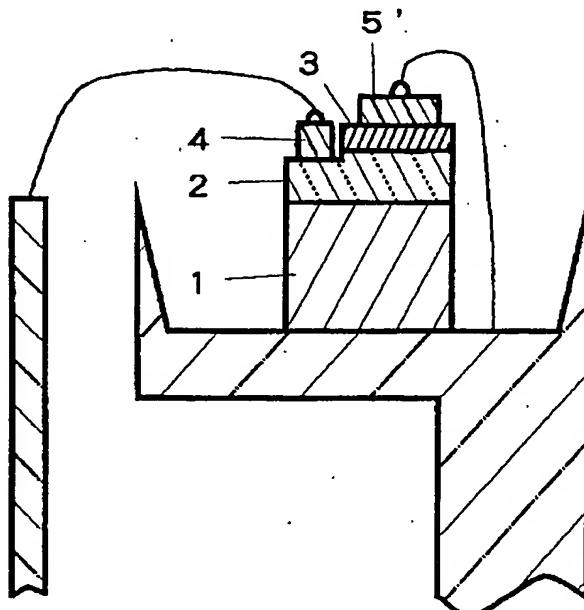
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亞化
学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子及びその電極形成方法

(57)【要約】

【目的】 最上層であるp層に形成する電極を透光性にして、発光素子の外部量子効率を向上させると共に、窒化ガリウム系化合物半導体層側を発光観測面として、上から電極を取り出すことにより、発光素子の生産性を向上させる。

【構成】 p型ドーパントがドープされた窒化ガリウム系化合物半導体表面に、オーミック接触用の電極として、金属よりなる透光性電極が形成されている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 p型ドーパントがドープされた窒化ガリウム系化合物半導体表面に、オーミック接触用の電極として、金属よりなる透光性電極が形成されていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記透光性電極の膜厚は0.001μm～1μmの範囲にあることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項3】 前記金属はAu、Ni、Pt、In、Cr、Tiより選択された少なくとも一種であることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項4】 p型ドーパントがドープされた窒化ガリウム系化合物半導体に金属を蒸着した後、500℃以上でアニーリングすることにより、前記金属を透光性にすると共に、前記窒化ガリウム系化合物半導体と前記金属とをオーミック接触させることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はIn_xA_{1-x}GaN (0≤x<1, 0≤y<1) で表される窒化ガリウム系化合物半導体を具備する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と、その発光素子の電極形成方法に係り、特にp型ドーパントがドープされた窒化ガリウム系化合物半導体表面の電極と、その電極形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 最近GaN、GaAlN、InGaN、InAlGaN等の窒化ガリウム系化合物半導体を用いた発光素子が注目されている。その窒化ガリウム系化合物半導体は一般にサファイア基板の上に成長される。サファイアのような絶縁性基板を用いた発光素子は、他のGaAs、GaAlP等の半導体基板を用いた発光素子と異なり、基板側から電極を取り出すことが不可能であるため、半導体層に設けられる正、負、一対の電極は同面側に形成される。特に窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の場合、サファイアが透光性であるため、電極面を下にして、サファイア基板側を発光観測面とすることが多い。

【0003】 窒化ガリウム系化合物半導体を発光チップとする従来の一発光素子の構造を図1に示す。サファイア基板1の上にn型窒化ガリウム系化合物半導体層2(以下、n型層2という。)とp型ドーパントがドープされた窒化ガリウム系化合物半導体層3(以下、p型層3という。)とが順に積層され、さらにp型層3の一部をエッチングして、n型層2を露出させ、n型層2に負電極としてn型電極4、p型層に正電極としてp型電極5を形成した後、電極面を下にしてリードフレーム7にそれぞれの電極がまたがるようにして載置している。なお電極4、5とリードフレーム7とは半田、銀ペースト

等の導電性材料6で電気的に接続されている。この図に示すように従来の発光素子は、p型電極4をp型層表面のほぼ全面に形成することにより電流を均一に広げることができ、均一な発光が得られる反面、発光がp型電極5で遮られ、外部量子効率が悪くなるため、発光ができるだけ有効に外部に取り出す目的で透光性基板であるサファイア1を発光観測面としている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような構造の発光素子は、両リードフレーム7間の間隔を狭くすることが困難であるため、チップサイズが約1mm以上と大きくなるため、一枚あたりのウエハーからとれるチップ数が少なくなるという欠点がある。また、リードフレーム間の非常に細かい位置設定、窒化ガリウム系化合物半導体の精巧なエッチング技術等を必要とするため、歩留が上がらず量産性に乏しいという欠点もある。窒化ガリウム系化合物半導体以外の半導体材料を用いた発光素子のように、基板側を下にしてn型電極、p型電極の両電極を上から取り出すことができれば、チップサイズを小さくできると共に、発光素子の生産性、信頼性を格段に向上させることができる。そのためには、p層3に形成する電極を透光性にして、窒化ガリウム系化合物半導体層内部の発光を遮らないようにする必要がある。

【0005】 従って本発明はこのような事情を鑑みなされたもので、その目的とすることは最上層であるp層に形成する電極を透光性にして、発光素子の外部量子効率を向上させると共に、窒化ガリウム系化合物半導体層側を発光観測面として、上から電極を取り出すことにより、発光素子の生産性を向上させることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、p層表面にオーミック接触用の電極として、金属よりなる透光性電極が形成されていることを特徴とする。またその発光素子の電極の形成方法は、p層表面に金属を蒸着した後、500℃以上でアニーリングすることにより、前記金属を透光性にすると共に、前記窒化ガリウム系化合物半導体と前記金属とをオーミック接触させることを特徴とする。

【0007】 本発明の方法において、p層に蒸着する金属には、例えばAu、Ni、Pt、In、Cr、Tiの電極材料を使用することができ、特に好ましいオーミック接触が得られる材料としてCr、Ni、Au、Ti、Ptの内の少なくとも2種類を含む合金を使用することが好ましい。また、金属を蒸着するにあたり、蒸着膜厚は特に問うものではないが、蒸着後500℃以上のアニーリングを行った後、その金属電極の膜厚が0.001μm～1μmの範囲になるように蒸着することが好ましい。前記アニーリングにより、蒸着された金属はp層内部に拡散すると共に、一部外部に飛散して膜厚が薄くな

る。アニーリング後に最終的な電極膜厚を $0.001\mu m$ ～ $1\mu m$ の範囲に調整することにより、電極を好ましく透光性とすることができます。 $1\mu m$ 以上で形成しても特に支障はないが、電極が次第に金属色を帯びてくる傾向にあり透光性が悪くなる。電極膜厚は前記範囲内で薄いほど好ましいが、あまり薄くし過ぎると接触抵抗が大きくなる傾向にあるため、 $0.01\mu m$ ～ $0.2\mu m$ の範囲がさらに好ましい膜厚である。

【0008】アニーリングは $500^{\circ}C$ 以上で行う必要がある。なぜなら、この温度以下であると、金属電極とp層とのオーミック接触が得られにくく、金属電極も透光性になりにくいかからである。温度の上限は特に限定しないが、窒化ガリウム系化合物半導体が分解する温度以下($1100^{\circ}C$ 前後)で行うことは当然である。

【0009】

【作用】本発明の一実施例により形成された透光性電極を具備する発光素子の構造を図2に示す。p層3の上に透光性電極5'が形成されているため、従来のようにサファイア基板1を発光観測面とせずに、窒化ガリウム系化合物半導体層側を発光観測面とすることができる。さらに、窒化ガリウム系化合物半導体以外の発光素子の集光手段として一般に用いられているカップ形状のリードフレームが使用でき、集光性能が格段に向上する。さらに、一つのリードフレーム上に1チップが載置できるため、チップサイズをリードフレームの大きさに合わせて小さくできるという利点を有する。さらにまた、この図に示すように透光性電極5'の上にワイヤーボンディング用の電極を設けることによって、上(発光観測面)側から電極を取り出すことができるため生産性も格段に向上する。

【0010】

【実施例】

【実施例1】サファイア基板上にGaNよりなるバッファ層と、n型GaN層と、Mgドープp型GaN層とを順に積層したウエハーを用意する。次に前記p型GaN層の上に所定の形状のマスクを形成した後、p型GaN層をエッチングしてn型GaN層を露出させる。

【0011】次にp型GaN層の上に電極形成用のマスクを形成し、蒸着装置にてp型GaN層の上にNiを $0.03\mu m$ と、Auの上にAuを $0.07\mu m$ の厚さで蒸着する。なお露出したn型GaN層の上にもAlを蒸着する。

【0012】蒸着後、アニーリング装置で、ウエハーを $500^{\circ}C$ で10分間アニーリングすることによりNiとAuとを合金化すると共に、透光性にする。アニーリング後ウエハーを取り出すと、p型GaN層の電極膜厚は $0.07\mu m$ であり、透光性となっていた。以上のようにして得られたウエハーを $350\mu m$ 角のチップに切断し、図2に示すようなカップ形状のリードフレーム上に載置し、発光ダイオードとしたところ、発光出力は 20

mAにおいて $80\mu W$ 、順方向電圧は $4V$ であった。しかも2インチのウエハーからおよそ16000個のチップが得られ、得られたチップを具備する発光ダイオードから接触不良によるものを取り除いたところ、歩留95%以上であった。

【0013】【実施例2】アニーリング温度を $600^{\circ}C$ とする他は実施例1と同様にして電極を形成したところ、電極膜厚はほぼ同一で同じく透光性となっていた。後は実施例1と同様にして発光ダイオードとしたところ、発光出力、順方向電圧、歩留ともほぼ同一であった。

【0014】【実施例3】p型GaN層の上に蒸着する金属をCr $0.5\mu m$ 、Ni $0.5\mu m$ とする他は実施例1と同様にして電極を形成したところ、電極膜厚は $0.7\mu m$ で同じく透光性となっていた。後は実施例1と同様にして発光ダイオードとしたところ、発光出力、順方向電圧、歩留ともほぼ同一であった。

【0015】【実施例4】p型GaN層の上に蒸着する金属をPt $0.01\mu m$ 、Ti $0.1\mu m$ とする他は実施例1と同様にして電極を形成したところ、電極膜厚は $0.07\mu m$ で同じく透光性となっていた。後は実施例1と同様にして発光ダイオードとしたところ、発光出力、順方向電圧、歩留ともほぼ同一であった。

【0016】【比較例】実施例1のウエハーのサファイア基板側を上にして、図1に示すような形状のリードフレーム上に載置しようとしたところ、チップサイズは最小でも $1mm$ 角にしか切断できなかった。次にその $1mm$ 角のチップを2つのリードフレームにまたがるように載置し、電極を接続して発光ダイオードとしたところ、 $20mA$ における発光出力は $40\mu W$ と、横方向の発光が十分取り出されておらず、また同じく2インチのウエハーからチップが2000個しか得られず、得られたチップを具備する発光ダイオードから接触不良によるものを取り除くと、歩留は60%でしかなかった。

【0017】

【発明の効果】以上説明したように本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、p層にオーミック接触が得られる金属よりなる透光性の電極を形成しているため、窒化ガリウム系化合物半導体層側を発光観測面とすることができる。このことにより、発光素子の外部量子効率を低下させることなく、発光を取り出すことができる。しかも前記したように1チップサイズを小さくできるため、生産性が格段に向上し、さらにまたカップ形状のリードフレームを使用することも可能となるため、生産コストを下げ、歩留も向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の一構造を示す模式断面図。

【図2】本発明の一実施例による窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す模式断面図。

5

【符号の説明】

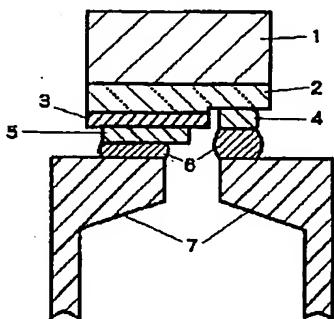
1 ···· 基板
 2 ···· n型空化ガリウム系化合物半導体層
 3 ···· p型ドーパントドープ空化ガリウム系化合物

6

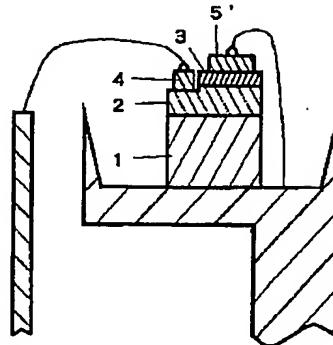
半導体層

4 ···· n型電極
 5' ···· 透光性電極

【図1】



【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成6年1月28日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 p型ドーパントがドープされた空化ガリウム系化合物半導体層表面に、金属よりなる透光性の電極が形成されていることを特徴とする空化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記透光性電極の膜厚は $0.001\mu m$ ～ $1\mu m$ の範囲にあることを特徴とする請求項1に記載の空化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項3】 前記金属はAu、Ni、Pt、In、Cr、Tiより選択された少なくとも一種であることを特徴とする請求項1に記載の空化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項4】 p型ドーパントがドープされた空化ガリウム系化合物半導体に金属薄膜を形成した後、アニーリングすることにより、前記金属を透光性にすることを特徴とする空化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極形成方法。

【請求項5】 前記アニーリング温度は $500^{\circ}C$ 以上であることを特徴とする請求項4に記載の空化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極形成方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の空化ガリウム系化合物半導体発光素子は、p層表面に金属よりなる透光性の電極が形成されていることを特徴とする。またその発光素子の電極の形成方法は、p層表面に金属よりなる薄膜を形成した後、アニーリングすることにより、前記金属薄膜を透光性にすることを特徴とする。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】本発明の方法において、p層に蒸着する金属には、例えばAu、Ni、Pt、In、Cr、Tiの電極材料を使用することができ、特に好ましいオーミック接触が得られる材料としてCr、Ni、Au、Ti、Ptの内の少なくとも2種類を含む合金を使用することが好ましい。また、金属を蒸着するにあたり、蒸着膜厚は特に問うものではないが、蒸着後 $500^{\circ}C$ 以上のアニーリングを行った後、その金属電極の膜厚が $0.001\mu m$ ～ $1\mu m$ の範囲になるように蒸着することが好ましい。前記アニーリングにより、蒸着された金属はp層内部に拡散すると共に、一部外部に飛散して膜厚が薄くなる。アニーリング後に最終的な電極膜厚を $0.001\mu m$ ～ $1\mu m$ の範囲に調整することにより、電極を好ましく透光性とができる。 $1\mu m$ 以上で形成しても特に支障はないが、電極が次第に金属色を帯びてくる傾

向にあり透光性が悪くなる。電極膜厚は前記範囲内で薄いほど好ましいが、あまり薄くし過ぎると接触抵抗が大きくなる傾向にあるため、 $0.01\text{ }\mu\text{m} \sim 0.2\text{ }\mu\text{m}$ の範囲がさらに好ましい膜厚である。また電極となる金属を形成するには、蒸着の他、スパッタ等金属薄膜さえ形成できれば、どのような薄膜形成装置を用いても良いことはいうまでもない。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

*

* 【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】アニーリングは 500°C 以上で行うことが好ましい。なぜなら、この温度以下であると、金属電極とp層とのオーミック接触が得られにくく、金属電極も透光性になりにくいからである。温度の上限は特に限定しないが、窒化ガリウム系化合物半導体が分解する温度以下(1200°C 前後)で行うことは当然である。

【手続補正書】

【提出日】平成6年4月20日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】本発明の方法において、p層に蒸着する金属には、例えばAu、Ni、Pt、In、Cr、Tiの電極材料を使用することができ、特に好ましいオーミック接触が得られる材料としてCr、Ni、Au、Ti、Ptの内の少なくとも2種類を含む合金を使用することが好ましく、その中でもNiおよびAuは、Ni層をp層に接触する層とし、その上にAu層を積層すると最も好ましいオーミックが得られる。また、金属を蒸着するにあたり、蒸着膜厚は特に問うものではないが、蒸着後 500°C 以上のアニーリングを行った後、その金属電極の膜厚が $0.001\text{ }\mu\text{m} \sim 1\text{ }\mu\text{m}$ の範囲になるように蒸着することが好ましい。前記アニーリングにより、蒸着された金属はp層内部に拡散すると共に、一部外部に飛散して膜厚が薄くなる。アニーリング後に最終的な電極膜厚を $0.001\text{ }\mu\text{m} \sim 1\text{ }\mu\text{m}$ の範囲に調整することにより、電極を好ましく透光性とすることができます。 $1\text{ }\mu\text{m}$ より厚く形成すると、材料によっては、電極が金属色

を帯びてほとんど透光性を示さないものがあるので、透光性を示す電極膜厚の最大限としては $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましい。電極膜厚は前記範囲内で薄いほど好ましいが、あまり薄くし過ぎると接触抵抗が大きくなる傾向にあるため、 $0.01\text{ }\mu\text{m} \sim 0.2\text{ }\mu\text{m}$ の範囲がさらに好ましい膜厚である。また電極となる金属を形成するには、蒸着の他、スパッタ等金属薄膜さえ形成できれば、どのような薄膜形成装置を用いても良いことはいうまでもない。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】アニーリングは 500°C 以上で行うことが好ましい。なぜなら、この温度以下であると、金属電極とp層とのオーミック接触が得られにくく、金属電極も透光性になりにくいからである。温度の上限は特に限定しないが、窒化ガリウム系化合物半導体が分解する温度以下(1200°C 前後)で行うことは当然である。なお本発明において、透光性とは必ずしも無色透明を意味するものではなく、窒化ガリウム系化合物半導体層の発光を電極を通して観測可能という意味である。